

PCT/JP 2004/008577

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

11.06.2004

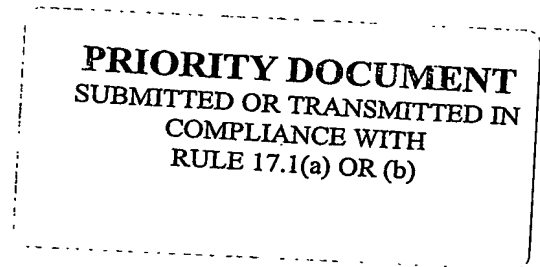
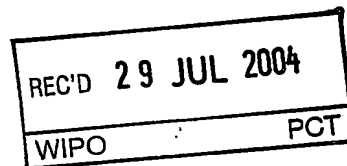
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 6月13日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-169067
[ST. 10/C]: [JP 2003-169067]

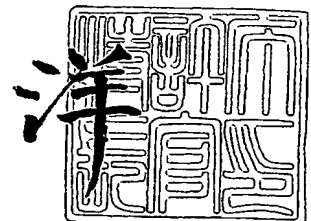
出 願 人
Applicant(s): 松下電器産業株式会社



2004年 7月14日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特2004-3061085

【書類名】 特許願

【整理番号】 2032750035

【提出日】 平成15年 6月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 10/00

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 安江 敏彦

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 布施 優

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 信号レベル調整方法、光伝送装置及び光伝送システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光伝送路を介して信号を送信する送信装置と、前記光伝送路から送信されてくる信号を受信する受信装置と、前記受信装置と第 1 から第 n (n は 2 以上の自然数) の接続回線によってそれぞれ接続される第 1 から第 n の端末装置とを備える光伝送システムであって、

前記送信装置は、

前記第 1 から第 n の端末装置にそれぞれ伝送すべき第 1 から第 n のデータ信号に基づいて、それぞれ所定の変調パラメータで変調された第 1 から第 n の変調信号を生成する n 個の変調部と、

前記変調部から出力された第 1 から第 n の変調信号を周波数多重して周波数多重信号を出力する周波数多重部と、

前記周波数多重信号を光変調信号に変換し、前記光変調信号を前記光伝送路へ送信する電気光変換部と、

前記周波数多重部から出力された前記周波数多重信号のピーク情報を検出する第 1 のピーク検出部と、

前記ピーク情報に基づいて所定の手順に従ってスプリアス量を算出し、スプリアス情報を出力するスプリアス算出部と、

前記スプリアス情報に基づいて、前記電気光変換部に入力する前記周波数多重信号の信号レベルを調整する利得調整部を備え、

前記受信装置は、

前記光伝送路を介して伝送されてくる前記光変調信号を受信して前記周波数多重信号に変換する光電気変換部と、

前記光電気変換部から出力された前記周波数多重信号の中から、第 1 から第 n の変調信号を抽出し、対応する第 1 から第 n の前記接続回線へそれぞれ送信する周波数分離部とを備え、

各前記端末装置は、

前記第 1 から第 n の接続回線にそれぞれ接続され、前記接続回線を介して伝送

されてくる前記変調信号を復調する復調部を備える、光伝送システム。

【請求項 2】 光伝送路を介して信号を送信する送信装置と、前記光伝送路から送信されてくる信号を受信する受信装置と、前記受信装置と接続回線によってそれぞれ接続される第 1 から第 n (n は 2 以上の自然数) の端末装置とを備える光伝送システムであって、

前記送信装置は、

前記第 1 から第 n の端末装置にそれぞれ伝送すべき第 1 から第 n のデータ信号に基づいて、それぞれ所定の変調パラメータで変調された第 1 から第 n の変調信号を生成する変調部と、

前記変調部から出力された第 1 から第 n の変調信号を周波数多重して周波数多重信号を出力する周波数多重部と、

前記周波数多重信号を光変調信号に変換し、前記光変調信号を前記光伝送路を介して前記受信装置へ送信する電気光変換部と、

前記第 1 から第 n の変調信号の第 1 から第 n のピーク情報をそれぞれ検出する n 個の第 2 のピーク検出部と、

前記第 1 から第 n のピーク情報に基づいて所定の手順に従ってスプリアス量を算出し、スプリアス情報を出力するスプリアス算出部と、

前記スプリアス情報に基づいて、前記電気光変換部に入力する前記周波数多重信号の信号レベルを調整する利得調整部と、

前記受信装置は、

前記光伝送路を介して送信されてくる前記光変調信号を受信して周波数多重信号に変換する光電気変換部と、

前記光電気変換部から出力された前記周波数多重信号の中から、第 1 から第 n の変調信号を抽出し、第 1 から第 n の前記接続回線を介して、対応する第 1 から第 n の端末へそれぞれ送信する周波数分離部とを備え、

各前記端末装置は、

前記接続回線を介して送信されてくる変調信号を復調する復調部を備える、光伝送システム。

【請求項 3】 光伝送路を介して信号を送信する送信装置と、前記光伝送路か

ら送信されてくる信号を受信する受信装置と、前記受信装置と接続回線によってそれぞれ接続される第1から第 n (n は2以上の自然数)の端末装置と、前記受信装置と前記送信装置とを接続する第1の上り伝送路を備える光伝送システムであって、

前記送信装置は、

前記第1から第 n の端末装置にそれぞれ伝送すべき第1から第 n のデータ信号に基づいて、それぞれ所定の変調パラメータで変調された第1から第 n の変調信号を生成する変調部と、

前記変調部から出力された第1から第 n の変調信号を周波数多重して周波数多重信号を出力する周波数多重部と、

前記周波数多重信号を光変調信号に変換し、当該光変調信号を前記光伝送路を介して前記受信装置へ送信する電気光変換部と、

ピーク情報に基づいて所定の手順に従ってスプリアス量を算出し、スプリアス情報を出力するスプリアス算出部と、

前記スプリアス情報に基づいて、前記電気光変換部に入力する前記周波数多重信号の信号レベルを調整する利得調整部を備え、

前記受信装置は、

前記光伝送路を介して伝送されてくる前記光変調信号を受信して前記周波数多重信号に変換する光電気変換部と、

前記光電気変換部から出力された前記周波数多重信号のピーク情報を検出する第3のピーク検出部と、

前記ピーク情報を、前記第1の上り伝送路を介して、前記スプリアス算出部へ伝送するピーク情報送信部と、

前記光電気変換部から出力された前記周波数多重信号の中から、第1から第 n の変調信号を抽出し、第1から第 n の前記接続回線を介して、対応する第1から第 n の端末へそれぞれ送信する周波数分離部とを備え、

各前記端末装置は、

前記接続回線を介して送信されてくる変調信号を復調する復調部を備える、光伝送システム。

【請求項 4】 前記周波数多重部は、第 1 から第 n の変調信号を互いに異なる周波数に周波数変換する周波数変換部を含み、

前記周波数分離部は、前記周波数多重信号中に含まれている前記第 1 から第 n の変調信号を元の周波数に変換して出力する周波数逆変換部を含むことを特徴とする、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の光伝送システム。

【請求項 5】 前記変調部は、入力されたデータ信号に基づいて、それぞれ所定の変調パラメータで直交振幅変調 (QAM) を行うことを特徴とする、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の光伝送システム。

【請求項 6】 前記変調部は、入力されたデータ信号に基づいて、それぞれ所定の変調パラメータで離散マルチトーン (DMT) 変調を行うことを特徴とする、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の光伝送システム。

【請求項 7】 前記変調部は、入力されたデータ信号に基づいて、それぞれ所定の変調パラメータで直交周波数分割多重 (OFDM) 変調を行うことを特徴とする、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の光伝送システム。

【請求項 8】 前記変調部は、入力されたデータ信号に基づいて、それぞれ所定の変調パラメータで符号分割多重 (CDM) 変調を行うことを特徴とする、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の光伝送システム。

【請求項 9】 前記接続回線は、ツイストペア線で構成されていることを特徴とする、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の光伝送システム。

【請求項 10】 前記接続回線は、同軸ケーブルで構成されていることを特徴とする、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の光伝送システム。

【請求項 11】 前記接続回線は、無線で構成されていることを特徴とする、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の光伝送システム。

【請求項 12】 前記利得調整部は、
前記光電気変換部における信号対雑音情報を記憶している雑音情報記憶部を備え、

前記スプリアス情報と前記信号対雑音情報に基づいて、

総合信号品質が最大となるように、前記電気光変換部における前記周波数多重信号の信号レベルを調整する総合信号品質調整部をさらに含む、請求項 1 から 3

のいずれか一項に記載の光伝送システム。

【請求項 13】 前記スプリアス算出部は、

前記変調信号の数 n に対応して、前記スプリアス量を修正して、スプリアス情報を出力するスプリアス修正部を含むことを特徴とする、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の光伝送システム。

【請求項 14】 前記受信装置と前記送信装置とを接続する第 2 の上り伝送路をさらに備え、

前記受信装置は、

前記電気光変換部によって出力された前記周波数多重信号における所定周波数の歪レベルを検出する歪モニタ部と、

前記歪モニタ部によって検出される歪レベルを表す歪レベル情報を前記第 2 の上り伝送路を介して、前記送信装置へ伝送する歪情報送信部とを含み、

前記利得調整部は、前記第 2 の上り伝送路を介して伝送されてくる前記歪レベル情報に基づき、前記歪レベルが所定の歪レベル以下となるように、前記電気光変換部における前記周波数多重信号の信号レベルを修正することを特徴とする、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の光伝送システム。

【請求項 15】 各前記端末装置と前記送信装置とを接続する第 3 の上り伝送路をさらに備え、

各前記端末装置は、

対応する接続回線を介して伝送されてくる前記変調信号の信号品質を検出し、信号品質情報を出力する品質検出部と、

前記品質検出部によって検出された前記信号品質情報を前記第 3 の上り伝送路を介して前記送信装置へ伝送する品質情報送信部とを含み、

前記利得調整部は、前記第 3 の上り伝送路を介して伝送されてくる前記信号品質情報に基づき、前記信号品質が所定の品質を満たすように、前記電気光変換部における前記周波数多重信号の信号レベルを調整する、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の光伝送システム。

【請求項 16】 第 1 から第 n の端末装置と接続される受信装置と、光伝送路を介して通信を行う送信装置であって、

前記第 1 から第 n の端末装置にそれぞれ伝送すべき第 1 から第 n のデータ信号に基づいて、それぞれ所定の変調パラメータで変調された第 1 から第 n の変調信号を生成する n 個の変調部と、

前記変調部から出力された第 1 から第 n の変調信号を周波数多重して周波数多重信号を出力する周波数多重部と、

前記周波数多重信号を光変調信号に変換し、前記光変調信号を前記光伝送路へ送信する電気光変換部と、

前記周波数多重部から出力された前記周波数多重信号のピーク情報を検出する第 1 のピーク検出部と、

前記ピーク情報に基づいて前記周波数多重信号のスプリアス量を算出し、スプリアス情報を出力するスプリアス算出部と、

前記スプリアス情報に基づいて、前記電気光変換部に入力する前記周波数多重信号の信号レベルを調整する利得調整部を備える、光伝送装置。

【請求項 17】 第 1 から第 n の端末装置と接続される受信装置と、光伝送路を介して通信を行う送信装置において用いられる信号レベルの調整方法であって、

前記第 1 から第 n の端末装置にそれぞれ伝送すべき第 1 から第 n のデータ信号に基づいて、それぞれ所定の変調パラメータで変調された第 1 から第 n の変調信号を生成するステップと、

前記生成された第 1 から第 n の変調信号を周波数多重して周波数多重信号を出力するステップと、

前記周波数多重信号を光変調信号に変換し、前記光変調信号を前記光伝送路へ送信するステップと、

前記周波数多重信号のピーク情報を検出するステップと、

前記ピーク情報に基づいて前記周波数多重信号のスプリアス量を算出し、スプリアス情報を出力するステップと、

前記スプリアス情報に基づいて、前記周波数多重信号の信号レベルを調整するステップを備える、信号レベル調整方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光伝送システムに関し、より特定的には、加入者回線（DSL）対応光伝送システムや、CATV用光伝送システム、あるいは無線信号用光伝送、いわゆるROF（Radio-Over-Fiber）システムに関する。本明細書では、この中で特にDSL対応光伝送システムについて、従来の技術と本発明の技術について記述する。

【0002】

【従来の技術】

ここでは、特にDSL対応光伝送システムとしては、次のような技術が知られている。図7は、従来の光伝送システムの構成を示すブロック図である。図7において、従来の光伝送システムは、多重化部81と、光変調部82と、光伝送路83と、光検波部84と、多重分離部85と、第1から第nの基本変調部86-1～86-nと、第1から第nの電気伝送部87-1～87-nと、第1から第nの復調部88-1～88-nとを備えている。以下、図7に示す光伝送システムの動作を説明する。

【0003】

多重化部81は、入力される複数のデジタルデータ信号を多重化する。光変調部82は、多重化部81によって多重化された信号を光信号に変換して、光伝送路83に送出する。光検波部84は、光伝送部83を介して伝送されてきた光信号を電気信号に再変換する。多重分離部85は、光検波部84によって再変換された電気信号に多重化されている複数のデジタルデータ信号を分離する。第1から第nの基本変調部86-1～86-nは、多重分離部85によって分離されたデジタルデータ信号を所定の変調信号に変換して、第1から第nの電気伝送部87-1～87-nに送出する。第1から第nの復調部88-1～88-nは、第1から第nの電気伝送部87-1～87-nを介して伝送されてきた変調信号を複数の元のデジタルデータ信号に再変換する。

【0004】

図7に示す光伝送システムは、一般に、デジタル加入者回線（DSL、特にV

DSL) サービスに適用されている。DSL サービスでは、光変調部 82 を含む光送出設備 801 は電話会社等のセンタ局に設置され、光検波部 84 および各基本変調部 86-1 ~ 86-n を含む光終端装置 802 は集合住宅の共用施設、加入者宅の側壁、あるいは電柱の上部等に設置され、各復調部 88-1 ~ 88-n をそれぞれ含む第 1 から第 n の加入者端末 803-1 ~ 803-n は加入者宅内に設置される。また、各電気伝送路 87-1 ~ 87-n には加入者回線が用いられる。

【0005】

以上のような従来の伝送装置では、局設備から加入者端末までに至る全伝送経路の大部分を低損失な光ファイバで構成し、かつその区間ではデジタル信号を送送することにより、伝送特性を向上させ、伝送路に対する要求性能を大幅に緩和することができる。また、全伝送経路の末端部分（光終端装置から加入者端末まで）に相当する加入者宅内配線部分をツイストペア等の電気線路で構成し、かつその区間では DSL 変調信号を送送することにより、加入者宅内配線の取り扱い性を向上させ、その低コスト化を図ることができる。このように、従来の技術によれば、伝送システム全体の長距離化と、加入者宅内設備の設置性向上およびその経済性とを両立することができる。

【0006】

【非特許文献 1】

安江 他、「VDSL 対応マルチチャンネル光アクセス方式」, IEICE, 信学技報, vol. 102, no. 358, OCS2002-64, pp. 17-22, Oct. 2002

【非特許文献 2】

T. Yasue et. al., 「Scalable Optical Access System for Multi-channel VDSL based on Subcarrier Multiplexing」, OSA Tech. Digest in Optical Fiber Communication Conference 2003), paper FM6, Atlanta, USA, Mar. 2003

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のような従来の伝送装置には、以下に示すように、光終端装置が大型化するために、収容できる加入者数が制限され、装置のコストが高くなるという問題がある。すなわち、図7に示す構成では、光伝送システムが収容する加入者の数に応じて光終端装置802が第1から第nの基本変調部86-1～86-nを備える必要があるため、光終端装置802が大型化し、光終端装置802のコストが高くなる。従って、加入者近傍に設置される光終端装置802が大型化し、そのコストが高くなるので、光伝送システム全体の経済性に大きな悪影響を与える。

【0008】

ここで、上記の問題を解決するために、例えば、デジタル信号から変調信号への変換を光送出設備において行うことが考えられる。具体的には、光送出設備において各加入者回線に対応する複数の変調信号を生成し、当該変調信号を光伝送路へ送出する。この場合、光終端装置において基本変調部が必要ではなくなるので、光終端装置の大型化および高コスト化の問題を解消することができる。しかし、この場合、変調信号が光伝送路を伝送することから、複数の変調信号は、変調信号全体として、当該光伝送路によって伝送可能な伝送容量を満たすように設定される必要がある。従って、デジタル信号から変調信号への変換を光送出設備において行う場合には、光伝送路によって伝送可能な伝送容量を満たすように、各変調信号の変調パラメータを固定的に設定することが考えられる。

【0009】

ここで、光伝送路を効率的に利用するため、各変調信号の変調パラメータを各加入者回線の使用状況や回線の伝送特性などに応じて変化させたとき、以下の問題が生じる。光送出設備（送信装置）において変調信号を周波数多重した後、光変調信号に変換して光終端装置（受信装置）に伝送する場合、変調信号のスプリアス（変調信号のスペクトルの両側に発生する妨害信号）を予測、および低減することが困難である。

【0010】

それ故に、本発明の目的は、DSL対応光伝送システムのように、変調信号を周波数多重して光伝送するサブキャリア多重（SCM）光伝送システムにおいて、上述のスプリアスを低減するように光変調度を制御できる光伝送システムを提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】

第1の発明は、光伝送路を介して信号を送信する送信装置と、当該光伝送路から送信されてくる信号を受信する受信装置と、当該受信装置と第1から第 n （ n は2以上の自然数）の接続回線によってそれぞれ接続される第1から第 n の端末装置とを備える光伝送システムであって、送信装置は、第1から第 n の端末装置にそれぞれ伝送すべき第1から第 n のデータ信号に基づいて、それぞれ所定の変調パラメータで変調された第1から第 n の変調信号を生成する n 個の変調部と、変調部から出力された第1から第 n の変調信号を周波数多重して周波数多重信号を出力する周波数多重部と、周波数多重信号を光変調信号に変換し、当該光変調信号を光伝送路へ送信する電気光変換部と、周波数多重部から出力された周波数多重信号のピーク情報を検出する第1のピーク検出部と、ピーク情報に基づいて所定の手順に従ってスプリアス量を算出し、スプリアス情報を出力するスプリアス算出部と、スプリアス情報に基づいて、電気光変換部に入力する周波数多重信号の信号レベルを調整する利得調整部を備え、受信装置は、光伝送路を介して伝送されてくる光変調信号を受信して周波数多重信号に変換する光電気変換部と、光電気変換部から出力された周波数多重信号の中から、第1から第 n の変調信号を抽出し、対応する第1から第 n の接続回線へそれぞれ送信する周波数分離部とを備え、各端末装置は、第1から第 n の接続回線にそれぞれ接続され、当該接続回線を介して伝送されてくる変調信号を復調する復調部を備えている。

【0012】

第2の発明は、光伝送路を介して信号を送信する送信装置と、当該光伝送路から送信されてくる信号を受信する受信装置と、当該受信装置と接続回線によってそれぞれ接続される第1から第 n （ n は2以上の自然数）の端末装置とを備える光伝送システムであって、送信装置は、第1から第 n の端末装置にそれぞれ伝送

すべき第1から第nのデータ信号に基づいて、それぞれ所定の変調パラメータで変調された第1から第nの変調信号を生成する変調部と、変調部から出力された第1から第nの変調信号を周波数多重して周波数多重信号を出力する周波数多重部と、周波数多重信号を光変調信号に変換し、当該光変調信号を光伝送路を介して受信装置へ送信する電気光変換部と、第1から第nの変調信号の第1から第nのピーク情報をそれぞれ検出するn個の第2のピーク検出部と、第1から第nのピーク情報に基づいて所定の手順に従ってスプリアス量を算出し、スプリアス情報を出力するスプリアス算出部と、スプリアス情報に基づいて、電気光変換部に入力する周波数多重信号の信号レベルを調整する利得調整部と、受信装置は、光伝送路を介して送信されてくる光変調信号を受信して周波数多重信号に変換する光電気変換部と、光電気変換部から出力された周波数多重信号の中から、第1から第nの変調信号を抽出し、第1から第nの接続回線を介して、対応する第1から第nの端末へそれぞれ送信する周波数分離部とを備え、各端末装置は、接続回線を介して送信されてくる変調信号を復調する復調部を備えている。

【0013】

第3の発明は、光伝送路を介して信号を送信する送信装置と、当該光伝送路から送信されてくる信号を受信する受信装置と、当該受信装置と接続回線によってそれぞれ接続される第1から第n（nは2以上の自然数）の端末装置と、受信装置と送信装置とを接続する第1の上り伝送路を備える光伝送システムであって、送信装置は、第1から第nの端末装置にそれぞれ伝送すべき第1から第nのデータ信号に基づいて、それぞれ所定の変調パラメータで変調された第1から第nの変調信号を生成する変調部と、変調部から出力された第1から第nの変調信号を周波数多重して周波数多重信号を出力する周波数多重部と、周波数多重信号を光変調信号に変換し、当該光変調信号を光伝送路を介して受信装置へ送信する電気光変換部と、ピーク情報に基づいて所定の手順に従ってスプリアス量を算出し、スプリアス情報を出力するスプリアス算出部と、スプリアス情報に基づいて、電気光変換部に入力する周波数多重信号の信号レベルを調整する利得調整部を備え、受信装置は、光伝送路を介して伝送されてくる光変調信号を受信して周波数多重信号に変換する光電気変換部と、光電気変換部から出力された周波数多重信号

のピーク情報を検出する第3のピーク検出部と、ピーク情報を、第1の上り伝送路を介して、スプリアス算出部へ伝送するピーク情報送信部と、光電気変換部から出力された周波数多重信号の中から、第1から第nの変調信号を抽出し、第1から第nの接続回線を介して、対応する第1から第nの端末へそれぞれ送信する周波数分離部とを備え、各端末装置は、接続回線を介して送信されてくる変調信号を復調する復調部を備えている。

【0014】

第4の発明は、第1から第3の発明に従属する発明であって、周波数多重部は、第1から第nの変調信号を互いに異なる周波数に周波数変換する周波数変換部を含み、周波数分離部は、周波数多重信号中に含まれている第1から第nの変調信号を元の周波数に変換して出力する周波数逆変換部を含むことを特徴とする。

【0015】

第5の発明は、第1から第3の発明に従属する発明であって、変調部は、入力されたデータ信号に基づいて、それぞれ所定の変調パラメータで直交振幅変調（QAM）を行うことを特徴とする。

【0016】

第6の発明は、第1から第3の発明に従属する発明であって、変調部は、入力されたデータ信号に基づいて、それぞれ所定の変調パラメータで離散マルチトーン（DMT）変調を行うことを特徴とする。

【0017】

第7の発明は、第1から第3の発明に従属する発明であって、変調部は、入力されたデータ信号に基づいて、それぞれ所定の変調パラメータで直交周波数分割多重（OFDM）変調を行うことを特徴とする。

【0018】

第8の発明は、第1から第3の発明に従属する発明であって、変調部は、入力されたデータ信号に基づいて、それぞれ所定の変調パラメータで符号分割多重（CDM）変調を行うことを特徴とする。

【0019】

第9の発明は、第1から第3の発明に従属する発明であって、接続回線は、ツ

イストペア線で構成されていることを特徴とする。

【0020】

第10の発明は、第1から第3の発明に従属する発明であって、接続回線は、同軸ケーブルで構成されていることを特徴とする。

【0021】

第11の発明は、第1から第3の発明に従属する発明であって、接続回線は、無線で構成されていることを特徴とする。

【0022】

第12の発明は、第1から第3の発明に従属する発明であって、利得調整部は、光電気変換部における信号対雑音情報を記憶している雑音情報記憶部を備え、スプリアス情報と信号対雑音情報に基づいて、総合信号品質が最大となるように、電気光変換部における周波数多重信号の信号レベルを調整する総合信号品質調整部をさらに含む。

【0023】

第13の発明は、第1から第3の発明に従属する発明であって、スプリアス算出部は、変調信号の数 n に対応して、スプリアス量を修正して、スプリアス情報を出力するスプリアス修正部を含むことを特徴とする。

【0024】

第14の発明は、第1から第3の発明に従属する発明であって、受信装置と送信装置とを接続する第2の上り伝送路をさらに備え、受信装置は、光電気変換部によって出力された周波数多重信号における所定周波数の歪レベルを検出する歪モニタ部と、歪モニタ部によって検出される歪レベルを表す歪レベル情報を第2の上り伝送路を介して、送信装置へ伝送する歪情報送信部とを含み、利得調整部は、第2の上り伝送路を介して伝送されてくる歪レベル情報に基づき、歪レベルが所定の歪レベル以下となるように、電気光変換部における周波数多重信号の信号レベルを修正することを特徴とする。

【0025】

第15の発明は、第1から第3の発明に従属する発明であって、各端末装置と送信装置とを接続する第3の上り伝送路をさらに備え、各端末装置は、対応する

接続回線を介して伝送されてくる変調信号の信号品質を検出し、信号品質情報を出力する品質検出部と、品質検出部によって検出された信号品質情報を第3の上り伝送路を介して送信装置へ伝送する品質情報送信部とを含み、利得調整部は、第3の上り伝送路を介して伝送されてくる信号品質情報に基づき、信号品質が所定の品質を満たすように、電気光変換部における周波数多重信号の信号レベルを調整することを特徴とする。

【0026】

第16の発明は、第1から第nの端末装置と接続される受信装置と、光伝送路を介して通信を行う送信装置であって、第1から第nの端末装置にそれぞれ伝送すべき第1から第nのデータ信号に基づいて、それぞれ所定の変調パラメータで変調された第1から第nの変調信号を生成するn個の変調部と、変調部から出力された第1から第nの変調信号を周波数多重して周波数多重信号を出力する周波数多重部と、周波数多重信号を光変調信号に変換し、当該光変調信号を光伝送路へ送信する電気光変換部と、周波数多重部から出力された周波数多重信号のピーク情報を検出する第1のピーク検出部と、ピーク情報に基づいて周波数多重信号のスプリアス量を算出し、スプリアス情報を出力するスプリアス算出部と、スプリアス情報に基づいて、電気光変換部に入力する周波数多重信号の信号レベルを調整する利得調整部を備えている。

【0027】

第17の発明は、第1から第nの端末装置と接続される受信装置と、光伝送路を介して通信を行う送信装置において用いられる信号レベルの調整方法であって、第1から第nの端末装置にそれぞれ伝送すべき第1から第nのデータ信号に基づいて、それぞれ所定の変調パラメータで変調された第1から第nの変調信号を生成するステップと、生成された第1から第nの変調信号を周波数多重して周波数多重信号を出力するステップと、周波数多重信号を光変調信号に変換し、当該光変調信号を光伝送路へ送信するステップと、周波数多重信号のピーク情報を検出するステップと、ピーク情報に基づいて周波数多重信号のスプリアス量を算出し、スプリアス情報を出力するステップと、スプリアス情報に基づいて、周波数多重信号の信号レベルを調整するステップを備えている。

【0028】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態に係る光伝送システムについて説明する。図1は、実施の形態に係る光伝送システムの構成を示すブロック図である。図1において、本光伝送システムは、送信装置11、光伝送路108と、受信装置12と、第1から第nの加入者回線111-1～111-n、および第1から第nの復調部（端末装置）112-1～112-nとを備えている。送信装置11は、光伝送路108によって受信装置12と接続されている。送信装置11は、例えば電話会社等のセンタ局に設置される。受信装置12は、例えば、集合住宅の共用施設等に設置される。受信装置12は、各加入者回線（第1から第nの加入者回線111-1～111-n）によって、第1から第nの復調部112-1～112-nと接続されている。各加入者回線は、例えば電話回線が利用される。第1から第nの復調部112-1～112-nは、それぞれ加入者に対応しており、各加入者宅内に設置される。本実施の形態に係る光伝送システムは、いわゆるFTTB（Fiber-To-The-Building）やFTTC（Fiber-To-The-Curb）の形態で、VDSL（Very-high-speed Digital Subscriber Line）技術を用いる構成である。

【0029】

送信装置11は、さらに、回線分離部101と、第1から第nの変調部102-1～102-nと、周波数多重部103と、利得調整部106と、電気光変換部107と、ピーク検出部104と、スプリアス算出部105とを備えている。ここで、図中には示していないが、第k（kは、2からnまでの整数；以下同様）の変調部102-kの構成は、第1の変調部102-1に準ずる。また、受信装置12は、光電気変換部109と、周波数分離部110とを備えている。以下、本光伝送システムにおいて、送信装置11（センタ局）から第1から第nの復調部112-1～112-n（各加入者宅）へデータ信号が伝送される動作を説明する。

【0030】

本光伝送システムは、第1から第nの加入者回線111-1～111-nを収容し、送信装置11と受信装置12とを具備して通信を行う。まず、送信装置11の動作を説明する。回線分離部101は、入力するデータ信号を、第1から第nのデータ信号に分離して出力する。ここで、第1から第nのデータ信号は、それぞれ、第1から第nの加入者回線111-1～111-nを介して第1から第nの復調部112-1～112-nに伝送される信号である。

【0031】

第1から第nのデータ信号は、それぞれ、第1から第nの変調部102-1～102-nに入力される。以下、第1から第nの変調部102-1～102-nの動作を、第1の変調部102-1を例にとって説明する。第1の変調部102-1は、回線分離部101から出力された第1のデータ信号に対応して設けられ、当該第1のデータ信号を所定の変調パラメータに基づいて、第1の変調信号に変換して出力する。ここで、第kの変調部102-kから出力される信号を、第kの変調信号と呼ぶ。

【0032】

第1の変調部102-1の動作をより詳細に説明すると、第1の変調部102-1は、所定の変調パラメータに応じて、回線分離部101から出力された第1のデータ信号を所定の変調信号に変調して出力する。本実施の形態においては、第1の変調部102-1は、所定の変調パラメータでQAM（直交振幅変調を行う。ここで、変調パラメータには、符号数、パワースペクトル密度（PSD）、変調帯域幅などが含まれる。所定の変調パラメータは、第1の接続回線の通信状況や伝送路状況によって決定される。

【0033】

つづいて、周波数多重部103は、第1から第nの変調部102-1～102-nから出力された第1から第nの変調信号を周波数多重する。ここで、変調信号が周波数多重された信号を周波数多重信号と呼ぶ。ここで、周波数多重部103は、周波数変換が必要ない場合と必要な場合がある。周波数変換が必要ない場合とは、周波数多重部103に入力された時点で、第1から第nの変調信号が、既に互いに異なる周波数帯である場合である。一方、周波数変換が必要な場合と

は、第1から第nの変調信号の間で周波数が等しい信号が存在する場合を指し、周波数多重部103は、第1から第nの変調信号が互いに異なる周波数帯となるように、入力される変調信号を周波数変換した後に、周波数多重する必要がある。この周波数多重信号の形態については、後で図2を用いて説明する。

【0034】

利得調整部106は、周波数多重部103から出力される周波数多重信号を所定の信号レベルに調整して出力する。ここで、所定の信号レベルは、ピーク検出部104で検出されたピーク情報に基づいて、スプリアス算出部105によって決定され、その設定方法については詳細を後に説明する。

【0035】

電気光変換部107は、利得調整部106から出力された周波数多重信号を光変調信号に変換して出力する。光伝送路108は、電気光変換部107から出力された光変調信号を受信装置12へ伝播する。ここで、電気光変換部107は、例えば、半導体レーザを光源とし、抽入電流を周波数多重信号で変調することによって光変調信号を出力する直接変調方式によって、光変調信号を生成するものとする。

【0036】

次に、受信装置12、第1から第nの接続回線111-1～111-n、および第1から第nの復調部112-1～112-nの動作を説明する。光電気変換部109は、光伝送路108を介して伝送されてきた光変調信号を周波数多重信号に再変換する。周波数分離部110は、光電気変換部109から出力された周波数多重信号を、第1から第nの変調信号にそれぞれ分離して出力する。ここで、周波数分離部110は、周波数多重部103と全く逆の動作をすればよく、周波数多重部103において周波数変換を行った場合には、周波数変換された第1から第nの変調信号を元の周波数に変換しさえすればよい。

【0037】

第1から第nの加入者回線111-1～111-nは、第1から第nの変調信号に対応して設けられている。第1から第nの加入者回線111-1～111-nは、それぞれ、周波数分離部110によって分離された、それぞれ対応する第

1 から第 n の変調信号を伝播する。第 1 から第 n の復調部 112-1 ~ 112- n は、第 1 から第 n の加入者回線 111-1 ~ 111- n のそれぞれに接続される。第 1 から第 n の復調部 112-1 ~ 112- n は、それぞれ、各加入者回線 111-1 ~ 111- n を介して伝送されてきた第 1 から第 n の変調信号を復調する。ここで、本実施の形態においては、第 1 から第 n の復調部 112-1 ~ 112- n は、例えば VDSL モデムを構成する手段であり、複数の変調パラメータに対応して変調信号を復調することができるものとする。最後に、第 1 から第 n の復調部 112-1 ~ 112- n は、復調した第 1 から第 n のデータ信号を再生する。以上のようにして、送信装置 11 (センタ局) から第 1 から第 n の復調部 112-1 ~ 112- n (各加入者宅) へ、第 1 から第 n のデータ信号が伝送される動作が説明された。

【0038】

つづいて、周波数多重部 103、ピーク検出部 104、スプリアス算出部 105、利得調整部 106 の動作をより詳しく説明する。

【0039】

図 2 (a) は、本実施の形態に係る、周波数多重部 103 から出力される周波数多重信号の形態を示す図である。周波数多重信号は、第 1 から第 n の QAM 信号で構成されており、それぞれが独立した変調パラメータで変調されており、それらが時間的に変化するものとする。

【0040】

スプリアス算出部 105 における所定の信号レベル (光変調度) の算出方法について説明する。まず、ピーク検出部 104 において検出される、ピーク情報、例えばピークファクタについて説明する。図 3 (a) は、周波数多重部 103 から出力される周波数多重信号の信号振幅の時間変化を示す。周波数多重信号を構成する、第 1 から第 n の変調信号の変調パラメータが時間的に変化するため、周波数多重信号の信号振幅も時間的に変化する。図 3 (a) は、平均振幅は一定で V_{ave} で与えられ、かつ n 個の変調信号の各平均電力が等しい場合を示した。この時、ピーク検出部 104 は、所定の時間周期で、ピーク振幅 V_{peak1} や V_{peak2} を測定する。このピーク振幅を測定する手段は、例えばピークホールド回路を用

いることができる。この時、ピークファクタは、瞬時ピーク振幅によるピーク電力 P_{peak} と平均振幅（平均電圧） V_{ave} による平均信号電力 P_{ave} の比で定義され、 V_{peak1} と V_{peak2} の時のそれぞれのピークファクタ ξ は ξ_1 と ξ_2 と与える。

【0041】

図4は、ピークファクタ ξ が ξ_1 と ξ_2 の時の、光電気変換部109から出力される周波数多重信号に含まれる一つの変調信号のスペクトルとそのスプリアス $ACLR_{Nch}$ （妨害信号成分）を示す。それぞれのスプリアスを $ACLR_1$ と $ACLR_2$ と呼ぶ。ここで、図4中の $ACLR$ （Adjacent Channel Leakage power Ratio：隣接チャンネル漏洩電力比）はスプリアスを評価するのに適したパラメータである。図4（a）はピークファクタ $\xi = \xi_1$ の時のスペクトルを、図4（b）はピークファクタ $\xi = \xi_2$ の時のスペクトルをそれぞれ示している。このように、平均電力 P_{peak}/n が等しくても、ピークファクタの違いにより、スプリアスの大きさが異なることを表している。また、図3（b）は、周波数多重信号のピークファクタとそのスプリアス（ $ACLR_{Nch}$ ）の関係を示した図である。ピークファクタが大きくなるに従って、スプリアスは増大し、この関係はチャンネル数 n や、電気光変換部107、光伝送路108と光電気変換部109などに用いられるデバイスの特性によって決定され、ピークファクタが決まれば、スプリアスが一意に決定することを意味する。より具体的なスプリアスとピークファクタの関係については、後述する。

【0042】

図3（b）に示したピークファクタ ξ とスプリアスの関係について、図5を用いてより詳しく説明する。図5（a）から（d）は、変調信号あるいは正弦波信号を光伝送した場合の、光電気変換部109から出力される信号のスペクトルをそれぞれ示す。図5（a）は1チャンネルの変調信号とそのスプリアス（ $ACLR_{1ch}$ ）のスペクトルを、図5（b）は2チャンネルの正弦波（2トーン）とそれらによる2次歪（IM2）と3次歪（IM3）のスペクトルを示す。一方、図5（c）は n チャンネルの変調信号とそのスプリアス（ $ACLR_{Nch}$ ）のスペクトルを、図5（d）は n チャンネルの正弦波とそれらによる2次歪（CSO）と3次歪（CTB）のスペクトルを示す。

【0043】

まず、図5 (a) と (b) の評価に基づいて、(数1) における κ (以下、“スプリアスファクタ” と呼ぶ。) を測定することができる。 κ は $ACLR_{1ch}$ 、および2 トーン法における $IM2$ と $IM3$ によって与えられ、これは変調信号の帯域幅が一定であればピークファクタで一意に与えられる。例えば、図3 (a) においてピークファクタ $\xi = \xi_1$ の状態でのスプリアスファクタを $\kappa = \kappa_1$ で与えられる。同様に、 $\xi = \xi_2$ の状態での $\kappa = \kappa_2$ で与えられるものとする。次に、図5 (d) の評価によって、 CSO と CTB を求める。これらの結果、 κ の値、および (数1) にもとづいて、 n チャンネル伝送時のスプリアス $ACLR_{Nch}$ を求めることができる。

【0044】

【数1】

$$\frac{1}{DUR(m)} = \frac{1}{CNR(m)} + \frac{1}{-ACLR_{Nch}(m)}$$

$$\begin{aligned} \text{但し、} ACLR_{Nch}(m) &= \left[\frac{a_2}{CSO} + \frac{b_2}{CTB} \right]^{-1} + \kappa \\ &= \left[\frac{a_2}{CSO} + \frac{b_2}{CTB} \right]^{-1} + \left(ACLR_{1ch} - \left[\frac{a_1}{IM2} + \frac{b_1}{IM3} \right]^{-1} \right) \\ &= \left[\frac{a_2}{IM2 + N_{CSO}} + \frac{b_2}{IM3 + N_{CTB}} \right]^{-1} + \left(ACLR_{1ch} - \left[\frac{a_1}{IM2} + \frac{b_1}{IM3} \right]^{-1} \right) \end{aligned}$$

【0045】

図6は、光電気変換部109から出力される周波数多重信号の各変調信号の CNR (Carrier-to-Noise Ratio: キャリア雑音比) と図3、4で説明した $ACLR_1$ と $ACLR_2$ 、および図5 (b) と (d) で説明した $IM3$ 、 CTB 、の光変調依存性を示す。この図を用いて、本実施の形態における光変調の最適値の設定方法を、一般的な光変調の設定方法と比較して説明する。光変調は、周波数多重部103から出力される周波数多重信号の信号レベルをチャンネルあたりに換算して、図6のグラフの横軸を表している。雑音による信号品質 CNR は、電気光変換部107、光伝送路108、および光電気変

換部 109 に用いられる光デバイスの特性によって計算、あるいは測定によって既知であるとする。説明の簡素化のため、スプリアスの発生要因は 3 次歪が支配的の場合、すなわち (数 1) において $a_1 = a_2 = 0$ の場合、つまり (数 2) にもとづいて述べる。

【0046】

【数 2】

【数 1】で $a_1 = a_2 = 0$, $b_1 = b_2 = 1$ の場合、

$$\begin{aligned} \frac{1}{DUR(m)} &= \frac{1}{CNR(m)} + \frac{1}{-ACLR_{Nch}(m)} \\ &= \frac{1}{CNR(m)} + \frac{1}{-(CTB + \kappa)} \\ &= \frac{1}{CNR(m)} + \frac{1}{-(IM3 + N_{CTB} + \kappa)} \\ \text{where } \kappa &= ACLR_{1ch} - IM3 \end{aligned}$$

【0047】

図 5 で説明したように、光電気変換部 109 で出力される周波数多重信号の歪による信号品質 $ACLR_{Nch}$ と前述の CNR に基づいて、総合信号品質 DUR (Desired-to-Undesired Ratio: 所望信号対妨害電力比) の光変調依存性が (数 2) によって与えられる。従って、この DUR が最大となる光変調 m を算出することによって、最適な光変調 (電気光変換部 107 に入力される信号レベル) を設定することができる。前述のように、例えば、図 3 (a) において $\xi = \xi_1$ のとき $\kappa = \kappa_1$ が一意に決まるため、 $ACLR_{Nch} = ACLR_1$ が与えられ、 DUR は $m = m_1$ で最大となるため、光変調が m_1 になるように、電気光変換部 107 に入力される周波数多重信号の信号レベルを調整すれば、最もよい光伝送品質が得られる。一方、図 3 (a) において $\xi = \xi_2$ のとき $\kappa = \kappa_2$ が一意に決まるため、 $ACLR_{Nch} = ACLR_2$ が与えられ、 DUR は $m = m_2$ で最大となるため、光変調が m_2 になるように、電気光変換部 107 に入力される周波数多重信号の信号レベルを調整すれば、最もよい光伝送品質が得られる。従来は、一般に CNR と CTB に基づいて、光変調は $m = m_0$ に設定されていたため、ピークファクタによって必ずしも最適な光変調

に設定することができなかった。一方、本発明では、時間的に変化するピークファクタに応じて、スプリアスを算出することによって、最適な光変調度を随時変更することによって、最適な光伝送品質を実現することができる。

【0048】

なお、図6ではスプリアスの発生要因は3次歪が支配的な場合、すなわち(数1)において $a_1 = a_2 = 0$ の場合を述べたが、2次歪の影響が大きい場合も同様に、2トーン評価と変調信号 $1c_h$ の差分を取ることによって、Nチャンネル伝送時のスプリアス成分 $ACLR_{Nch}$ を導出することができる。

【0049】

なお、上記の変調信号のスプリアスと正弦波信号の歪の関係については、非特許文献1や非特許文献2にその詳細が記述されている。

【0050】

なお、本実施の形態においては、第1から第nの変調部 $102-1 \sim 102-n$ における変調方式が直交振幅変調(QAM)である場合を例として説明したが、変調方式はこれに限らない。例えば、変調方式は、図2(a)に示すような分散マルチトーン(DMT)や、あるいは直交周波数多重(OFDM)や符号分割多重(CDM)であってもよい。

【0051】

なお、本実施の形態においては、変調信号(チャンネル)の数nを一定として説明したが、(数1)において、チャンネル数に依存したパラメータ N_{CSO} (IM2に対するCSOの波数の比)や N_{CTB} (IM3に対するCTBの波数の比)を変更することによって、チャンネル数も時間的に変化した場合についても容易に、スプリアスを算出することができる。

【0052】

【発明の効果】

以上説明したように、変調信号を周波数多重して光伝送するサブキャリア多重(SCM)光伝送システムにおいて、時間的に変化する、変調信号のスペクトル近傍に発生するスプリアスを低減するように光変調度を変更できる光伝送システムを提供できる。これによって、光伝送路を効率的に利用できる。また、チャン

ネル数が時間的に変化する条件でも、スプリアスを算出することができるため、常に、最適な通信品質を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態に係る光伝送システムの構成を示すブロック図

【図 2】

本発明の実施の形態に係る光伝送システムにおける周波数多重の様子を示す図

【図 3】

本発明の実施の形態に係る光伝送システムにおけるピークファクタの算出方法を示す図

【図 4】

本発明の実施の形態に係る光伝送システムにおけるピークファクタとスプリアスの関係を示す図

【図 5】

本発明の実施の形態に係る光伝送システムにおけるスプリアスファクタの定義と $ACLR_{SCM}$ の導出方法を示す図

【図 6】

本発明の実施の形態に係る光伝送システムにおける光変調度の設定方法に関する図

【図 7】

従来の光伝送システムの構成を示すブロック図

【符号の説明】

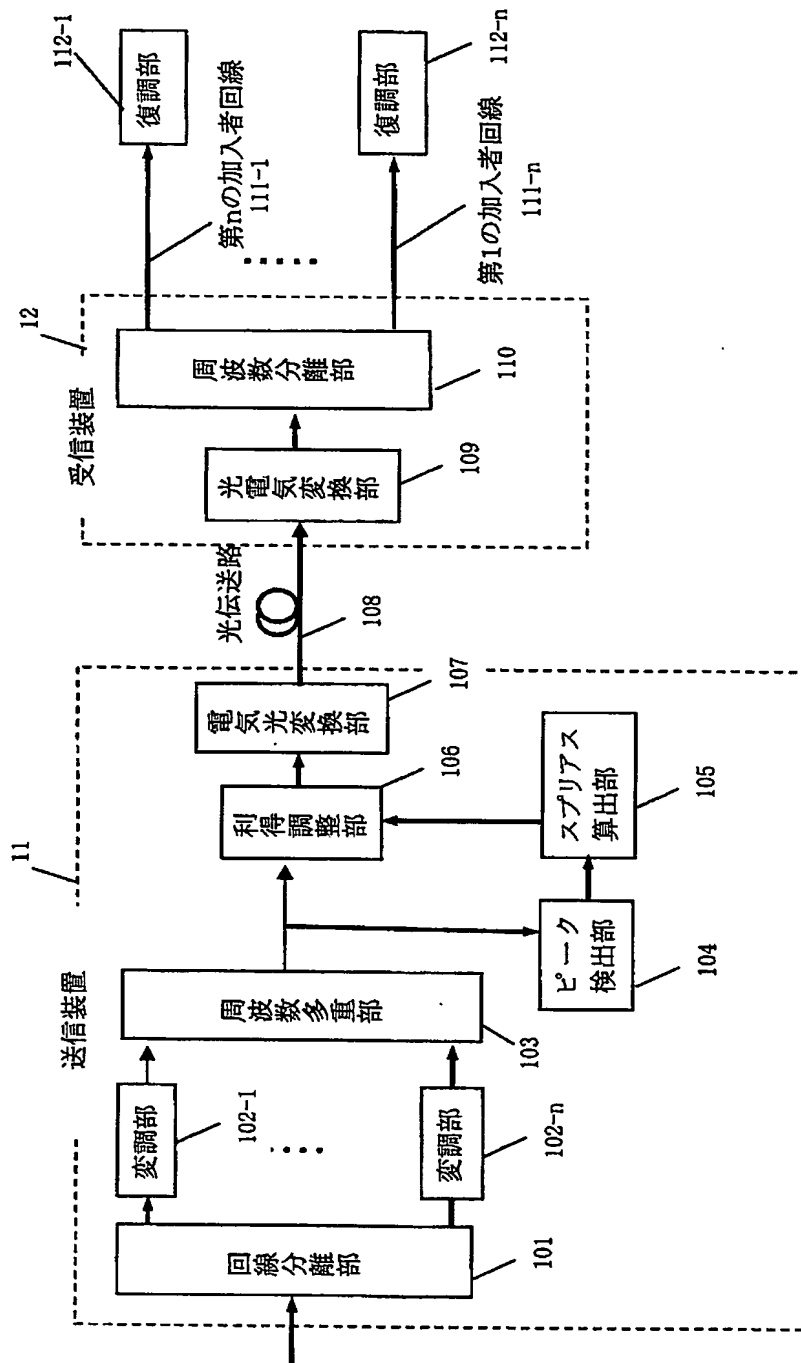
- 1 1 送信装置
- 1 2 受信装置
- 1 1 2 復調部
- 1 0 1 回線分離部
- 1 0 2 変調部
- 1 0 3 周波数多重部
- 1 0 4 ピーク検出部

- 1 0 5 スプリアス算出部
- 1 0 6 利得調整部
- 1 0 7 電気光変換部
- 1 0 8 光伝送路
- 1 0 9 光電気変換部
- 1 1 0 周波数分離部
- 1 1 1 加入者回線
- 1 1 2 復調部

【書類名】

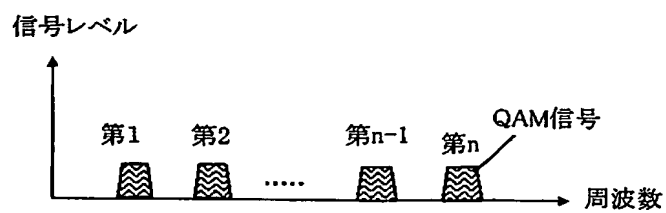
図面

【図 1】

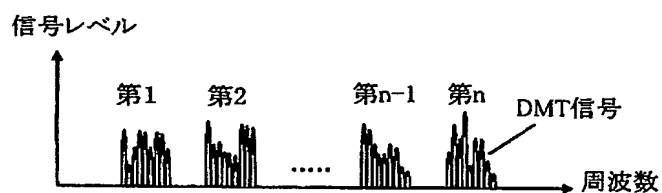


【図 2】

(a)

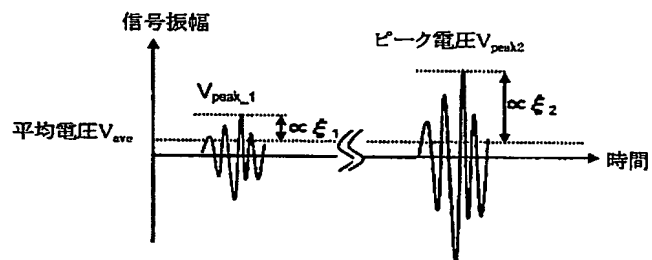


(b)

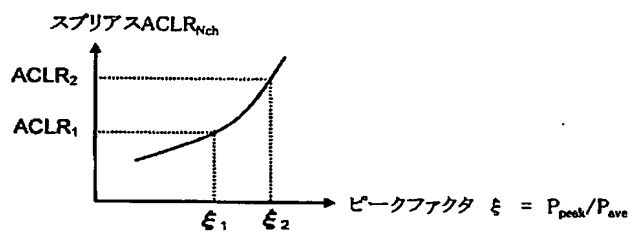


【図 3】

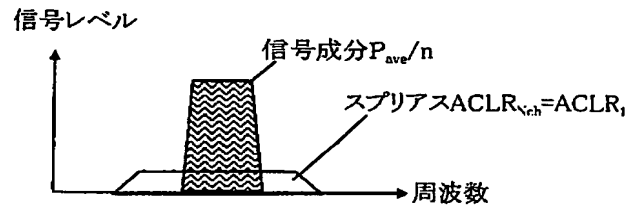
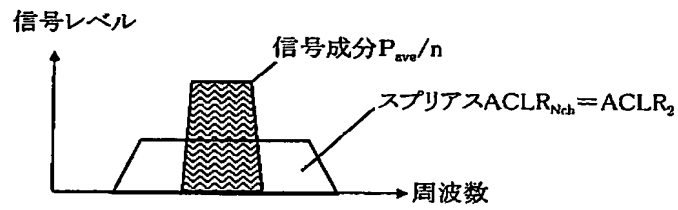
(a)



(b)

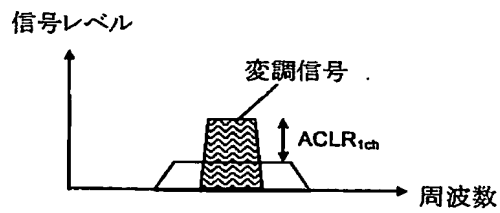


【図 4】

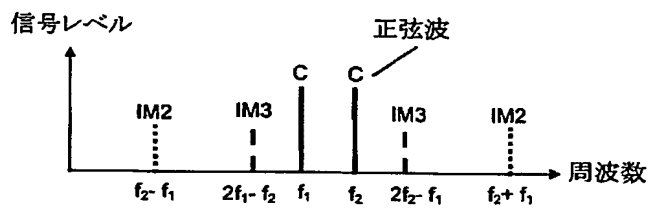
(a) ピークファクタ $\xi = \xi_1$ (b) ピークファクタ $\xi = \xi_2$ 

【図 5】

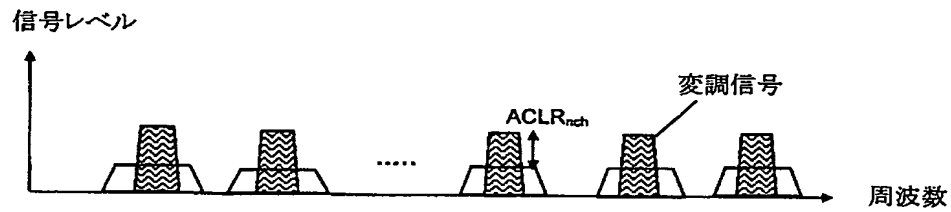
(a)



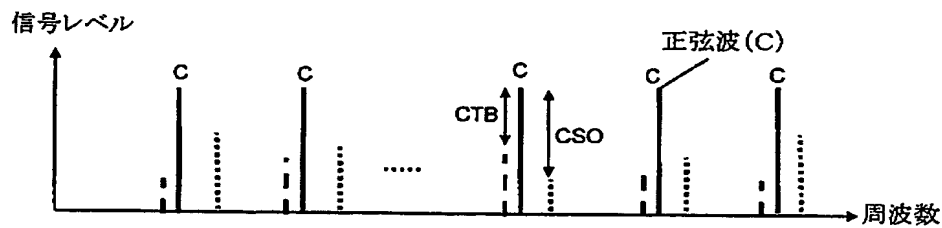
(b)



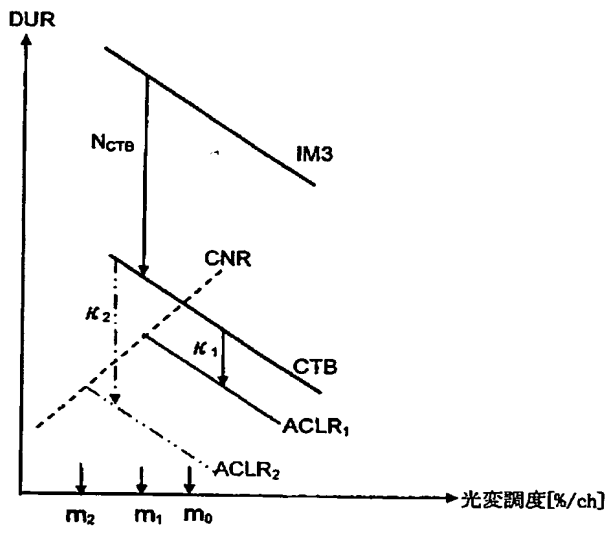
(c)



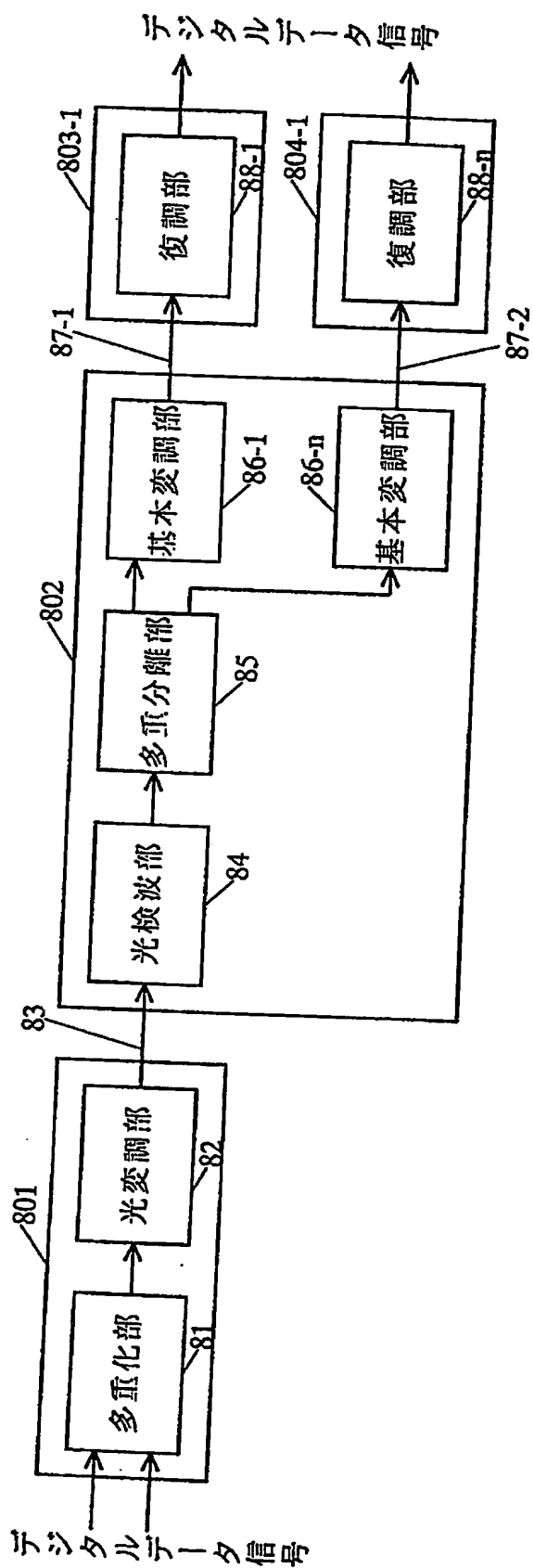
(d)



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 時間的に変動する、マルチチャンネルの変調信号のスプリアスを低減できる光伝送システムを提供する。

【解決手段】 送信装置 11 において、ピーク検出部 104 は周波数多重部 103 から出力される周波数多重信号のピークファクタを検出する。スプリアス算出部 105 は、ピークファクタに基づいて所望のスプリアスを満たすように利得調整部 106 を調整することによって、光伝送品質が最適となる光変調度を随時設定する。

【選択図】 図 1

特願 2003-169067

ページ: 1/E

出願人履歴情報

識別番号

[000005821]

1. 変更年月日
[変更理由]

1990年 8月28日

新規登録

住所
氏名

大阪府門真市大字門真1006番地
松下電器産業株式会社